SNI

Standar Nasional Indonesia

SNI 04-7021.1.1-2004

Peralatan dan sistem telekontrol
Bagian 1: Pertimbangan umum – Seksi 1: Prinsip umum

ICS 33.200

Badan Standardisasi Nasional

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

“Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Daftar Isi

Daftar isi.....i
Prakata ii
1 Ruang lingkup..... 1
2 Sasaran 1
3 Aspek yang berkaitan dengan sistem telekontrol 3
3.1 Peranan sistem telekontrol dalam pengoperasian sistem tenaga listrik..... 3
3.2 Peranan sistem transmisi data 4
3.3 Persyaratan yang menentukan desain sistem telekontrol..... 4
3.3.1 Karakteristik fungsional 4
3.3.2 Kondisi lingkungan 4
3.3.3 Kehandalan, ketersediaan dan keamanan (RAS) 5
3.3.4 Pemeliharaan, perbaikan dan pengembangan, kesesuaian 5
3.4 Perbedaan utama antara sistem telekontrol dan sistem kendali lokal 5
4 Struktur dan konfigurasi sistem telekontrol..... 5
4.1 Hubungan antara arsitektur jaringan proses dan konfigurasi sistem telekontrol..... 6
4.2 Modul fungsional utama dari sistem telekontrol titik-ke-titik (*point-to-point*)..... 6
4.3 Modul perangkat lunak fungsional..... 6
4.4 Konfigurasi sistem telekontrol 7
4.4.1 Konfigurasi titik-ke-titik (*point-to-point*) 8
4.4.2 Konfigurasi banyak titik ke satu titik (*multiple point-to-point*)..... 8
4.4.3 Konfigurasi banyak titik-bintang (*multipoint-star*)..... 8
4.4.4 Konfigurasi banyak titik-saluran bersamaan (*multipoint-partyline*)..... 9
4.4.5 Konfigurasi banyak titik pada saluran cincin (*multipoint-ring*)..... 9
4.4.6 Konfigurasi gabungan (*composite*, *hybrid*)..... 10
5 Fungsi sistem telekontrol..... 10
5.1 Struktur lapisan fungsi telekontrol 10
5.2 Fungsi aplikasi..... 11
5.2.1 Fungsi dasar..... 11
5.2.2 Fungsi pemrosesan yang diperluas..... 12
5.3 Fungsi pemrosesan operasional 12
5.4 Presentasi dari pemrosesan informasi ke operator..... 13
6 Transmisi data telekontrol 14
6.1 Aturan standar transmisi data 14
6.2 Fungsi transmisi data, jaringan, jalur dan transmisi secara fisik 14
6.3 Karakteristik transmisi data telekontrol..... 15
6.3.1 Struktur *message* telekontrol..... 15
6.3.2 Mode inisiasi transmisi peralatan telekontrol..... 15
6.3.3 Kombinasi mode inisiasi transmisi dan prosedur dialog..... 16
6.4 Tipe lalu-lintas data dalam kanal transmisi 16
6.4.1 Lalu-lintas data *simplex*..... 17
6.4.2 Lalu-lintas data *halfduplex*..... 17
6.4.3 Lalu-lintas data *duplex*..... 17
6.5 Sistem telekomunikasi..... 17
6.5.1 Media transmisi 17
6.5.2 Metode transmisi 18
6.6 Proteksi *message* terhadap derau pada kanal transmisi 18
6.6.1 Proteksi informasi terhadap cacat (*falsification*)..... 19
6.6.2 Proteksi terhadap kehilangan informasi 19

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Prakata

Standar Nasional Indonesia "Peralatan dan sistem telekontrol – Bagian 1: Pertimbangan umum – Seksi 1: Prinsip umum" merupakan adopsi secara modifikasi dari standar IEC 60870-1-1:1988 *Teleconntrol equipment and systems Part 1: General considerations. Section One: General principles* dengan melakukan beberapa perubahan yang disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan di Indonesia.

Standar ini merupakan standar ber-seri sesuai dengan standar IEC 60870 *Telecontrol equipment and systems.* Beberapa standar dari seri tersebut telah diadopsi menjasi Standar Nasional Indonesia (SNI) sedangkan beberapa bagian lagi belum di adopsi menjadi SNI.

Standar ini dirumuskan oleh Panitia Teknik (Pantek) 57E Telekontrol, yang para anggotanya mewakili pengguna, pabrikan, instansi pemerintah dan pakar-pakar yang berkepentingan.

Istilah yang digunakan dalam standar ini adalah sebagai berikut:

- umumnya menggunakan bahasa Indonesia ataupun padanannya seperti derau untuk *noise*, julat untuk *range*, dsb.;
- istilah asing yang sudah umum, tetap dalam bahasa aslinya seperti *power line carrier* (PLC), *event logging*, dsb.;
- istilah asing yang di-Indonesia-kan tetapi belum umum, dituliskan dalam bahasa Indonesia dengan tambahan istilah aslinya dalam tanda kurung seperti waktu nyata (*real time*), dsb.

Standar ini dapat menjadi acuan dalam pengembangan dan aplikasi telekontrol di Indonesia.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Peralatan dan sistem telekontrol
Bagian 1: Pertimbangan umum – Seksi 1: Prinsip umum

1 Ruang lingkup

Seri standar ini diaplikasikan pada peralatan dan sistem telekontrol dengan transmisi data bit secara serial yang dikodekan untuk pemantauan dan pengendalian proses-proses yang tersebar secara geografis.

2 Sasaran

Seri standar ini mendeskripsikan konfigurasi, fungsi sistem telekontrol dan fungsi elemen-elemen yang terkait. Standar ini mendefinisikan persyaratan fungsional, karakteristik logik dan kondisi antarmuka dari elemen-elemen dasar dan aturan-aturan yang harus diikuti oleh elemen-elemen tersebut dalam kaitannya dengan elemen-elemen lainnya.

Seri standar ini tidak mendefinisikan karakteristik fisik internal dari elemen-elemen yang dimaksud maupun *layout*, konstruksi dan material yang digunakannya.

Pokok-pokok bahasan berikut ini tidak termasuk dalam lingkup seri standar ini:

- sistem pengendalian *ripple*;
- karakteristik saluran transmisi data dan sistem bus lokal (*highway*) untuk komunikasi diantara elemen-elemen masukan/keluaran proses;
- teleproteksi dan fungsi otomatisasi lokal.

Standar ini merupakan standar ber-seri yang terdiri dari beberapa bagian, dimana masing-masing bagian terdiri dari beberapa seksi yang dipublikasikan secara terpisah.

IEC 60870-1-1:1988 *Telecontrol equipment and systems. Part 1: General considerations. Section One: General principles* telah diadopsi menjadi SNI 04-7021.1.1-2004, Peralatan dan sistem telekontrol – Bagian 1: Pertimbangan umum, Seksi 1: Prinsip umum.

Standar pada bagian 1 seksi 1, menjelaskan struktur elemen-elemen, konfigurasi dan fungsi utama sistem telekontrol, yang memberikan gambaran fungsional mengenai elemen-elemen struktur dasar dan kemungkinan alternatif lain dari konfigurasi sistem telekontrol.

Standar ini menjelaskan fungsi umum untuk semua proses yang dipantau dan dikendalikan. Penekanannya adalah pada masalah khusus yang memiliki karakteristik sebagai proses-proses yang tersebar, seperti pengaruh yang dominan dari sambungan telekomunikasi dengan lebar pita yang terbatas dan bahkan dengan perbandingan S/N (*signal-to-noise ratio*) yang kecil.

Standar ini merupakan bagian pendahuluan untuk menuju standar yang menyeluruh.

Standar IEC *60870-1-2:1989 Telecontrol equipment and systems. Part 1: General considerations. Section Two: Guide for specifications* telah diadopsi menjadi SNI 04-7021.1.2-2004, Peralatan dan sistem telekontrol - Bagian 1: Pertimbangan umum, Seksi 2: Pedoman untuk spesifikasi.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Standar pada bagian 2 seksi 1 ini merupakan panduan untuk merancang dan mendefinisikan spesifikasi peralatan dan sistem telekontrol yang bertujuan untuk memenuhi permintaan pengguna.

Standar IEC *60870-1-3:1997 Telecontrol equipment and systems - Part 1: General considerations - Section 3: Glossary*

Pada standar bagian 1 seksi 3 ini memuat istilah-istilah khusus teknik telekontrol seperti yang didefinisikan dalam Kamus Elektroteknika Internasional [IEV] [Standar IEC 50(371)] maupun istilah-istilah lain yang dibutuhkan untuk memahami seri standar ini.

Standar IEC *60870-2-1:1995 Telecontrol equipment and systems - Part 2: Operating conditions - Section 1: Power supply and electromagnetic compatibility* telah diadopsi menjadi SNI 04-7021.2.1-2004, Peralatan dan sistem telekontrol - Bagian 2: Kondisi operasi, Seksi 1: Catu daya dan kompatibilitas elektromagnetik.

Standar pada bagian 2 seksi 1 ini menjelaskan kompatibilitas elektromagnetik (EMC), menetapkan klas-klas untuk kondisi yang berbeda dan mendefinisikan prosedur pengujian.

Standar IEC 60870-2-2:1996 Telecontrol equipment and systems - Part 2: Operating conditions - Section 2: Environmental conditions (climatic, mechanical and other non electrical influences)

Standar pada bagian 2 seksi 2 ini mendefinisikan kondisi lingkungan dan catu daya dimana peralatan telekontrol harus didesain dalam rangka memenuhi spesifikasinya.

Standar IEC *60870-3:1989 Telecontrol equipment and systems. Part 3: Interfaces (electrical characteristics)* telah diadopsi menjadi SNI 04-7021.3-2004, Peralatan dan sistem telekontrol - Bagian 3: Antarmuka (karakteristik listrik)

Standar pada bagian 3 ini mendefinisikan kondisi antarmuka yang harus dipenuhi oleh elemen yang berbeda yang dibutuhkan untuk membentuk suatu sistem telekontrol dan mengijinkan pemakai untuk mengelola sistem tersebut.

Standar IEC *60870-4:1990 Telecontrol equipment and systems. Part 4: Performance requirements*

Standar pada bagian 4 ini menjelaskan karakteristik yang harus dipenuhi oleh peralatan dan sistem telekontrol untuk menjalankan fungsinya secara berkesinambungan, aman dan presisi, dan cukup fleksibel dalam mengakomodasi tuntutan di masa mendatang.

Standar IEC *60870-5:1990 Telecontrol equipment and systems. Part 5: Transmission protocols*

Standar pada bagian 5 ini menjelaskan karakteristik fungsional transmisi data yang harus dipenuhi dalam menerapkan sistem telekontrol secara *link* atau jaringan. Persyaratan keutuhan data untuk transmisi informasi, penentuan format data dan metode transmisi yang memenuhi semua persyaratan tersebut akan didefinisikan.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Bagian ini terdiri dari beberapa seksi.

Standar-standar yang tertera di atas akan disempurnakan dengan bagian dan seksi tambahan sebagaimana mestinya.

3 Aspek yang berkaitan dengan sistem telekontrol

Aspek dasar yang berkaitan dengan pengoperasian proses-proses yang tersebar secara geografis seperti pembangkitan, penyaluran dan distribusi suatu produk adalah serupa untuk jenis produk yang berbeda (contoh: gas, air, minyak atau listrik). Sistem telekontrol yang diaplikasikan pada sistem tenaga listrik telah berkembang ke tingkat yang sangat maju dan sering digunakan sebagai contoh bagi aplikasi dalam bidang lain. Karena alasan tersebut, aspek umum yang berkaitan dengan pengoperasian proses apa pun yang tersebar secara geografis diterangkan pada subpasal-subpasal berikut dengan referensi yang sesuai dengan pengoperasian sebuah sistem tenaga listrik.

3.1 Peranan sistem telekontrol dalam pengoperasian sistem tenaga listrik

Kualitas sistem tenaga listrik, termasuk kehandalannya, bergantung pada keberadaan suatu sistem telekontrol terkoordinasi yang menjamin pengawasan dan fungsi pengendalian. Struktur dari sistem telekontrol tersebut ditentukan oleh arsitektur sistem tenaga listrik dan strategi pengoperasian yang dipakai oleh pengelola. Sistem ini pada dasarnya merupakan suatu sistem pengendalian proses terdistribusi yang disesuaikan dengan struktur hirarki dari penyaluran tenaga dan jaringan-jaringan distribusi yang tersebar secara geografis. Contoh kasus yang umum dari sebuah sistem telekontrol diperlihatkan pada Gambar 1.

Dari sudut pandang operasi, sistem telekontrol dapat melayani jaringan tenaga listrik secara menyeluruh atau dibagi menjadi beberapa tingkatan tanggung jawab yang berbeda atau bahkan dibagi menjadi beberapa subsistem yang berdiri sendiri sebagian atau seluruhnya.

Sistem kendali lokal pembangkit umumnya terlepas dari sistem telekontrol jaringan, tetapi informasi tertentu yang dipantau adalah diambil dari sistem kendali pembangkit dan diberikan ke sistem telekontrol jaringan. Sebaliknya, informasi kendali tertentu seperti *set point* untuk pembangkit, ditransmisikan ke pembangkit (contoh: dalam kasus kendali beban/frekuensi otomatis).

Konfigurasi sistem telekontrol ada bermacam-macam, mulai dari beberapa fungsi pemantauan dan kendali titik-ke-titik (*point-to-point*) sampai dengan sistem banyak tingkat (*multilevel*) yang meliputi daerah operasi yang sangat luas. Penggunaan teknologi komputer di semua tingkatan sistem memungkinkan sistem dan arsitektur telekontrol untuk menggunakan kecanggihan tersebar yang dapat melakukan pemrosesan awal informasi untuk menghindari aliran data yang berlebihan. Untuk memenuhi persyaratan ketersediaan dan kehandalan, maka fungsi-fungsi vital dilengkapi dengan sistem *redundant*.

Perluasan fungsi pengolahan seperti kendali beban/frekuensi (*load/frequency control*), analisa keamanan (*security analysis*), estimasi keadaan (*state estimation*) dan prediksi beban dalam waktu singkat, dapat dilakukan dengan komputer pada sistem telekontrol atau dengan sistem komputer waktu nyata (*real time*) tersendiri, sesuai dengan arsitektur sistem yang dipilih.

Perlu diperhatikan bahwa peralatan dan subsistem seringkali dibuat oleh pabrikan yang berbeda dan/atau menggunakan teknologi dari generasi yang berbeda. Sehingga,

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

pengintegrasiannya ke dalam sistem telekontrol menimbulkan masalah antarmuka yang terkadang sulit untuk diselesaikan.

3.2 Peranan sistem transmisi data

Salah satu faktor penting yang harus dipertimbangkan pada saat perencanaan sistem telekontrol adalah spesifikasi dari sistem transmisi data.

Kabel komunikasi privat atau publik, saluran gelombang mikro dan *power line carrier* (PLC) merupakan saluran komunikasi yang banyak digunakan. Karena sistem telekontrol harus beroperasi pada mode waktu nyata (*real time*), keterbatasan saluran komunikasi akan berpengaruh pada efisiensi keseluruhan sistem. Keterbatasan lebar pita dan kecepatan bit (*bit rate*) pada saluran komunikasi dengan kondisi lingkungan banyak derau menyebabkan penyimpangan elemen-elemen sinyal yang dikirimkan. Sebaliknya, spesifikasi keseluruhan saluran harus dipilih sesuai dengan optimalisasi kinerja keseluruhan sistem. Sistem transmisi data harus dipertimbangkan sebagai suatu bagian yang terpadu dari sistem telekontrol.

Sebagai tambahan, semua peralatan transmisi yang ditempatkan di sekitar peralatan tegangan tinggi seperti pemutus tenaga (*circuit breaker*) dan isolator, akan cenderung terganggu oleh derau *burst* yang tinggi dan tegangan *transient*. Hal ini khususnya berlaku untuk saluran komunikasi yang ditumpangkan pada PLC.

Persyaratan kinerja dan batasan untuk penerapan telekontrol seperti *teletripping* pada proteksi saluran tenaga listrik, skema pelepasan pembangkit/beban, dll., dimana reaksi sesaat pada mode waktu nyata (*real time*) menjadi kritis, menuntut sambungan langsung antara sumber data dan tujuan. Hal ini berarti bahwa penerapan teknik *store and forward* atau *packet switching* tidak diperbolehkan pada sistem ini.

Akan tetapi, ada beberapa fungsi telekontrol dengan kebutuhan persyaratan kinerja yang rendah yang boleh mengadopsi teknik-teknik umum dan standar-standar yang sudah dikembangkan untuk aplikasi otomasi perkantoran. Pertukaran data antara stasiun pusat dan daerah, propinsi, atau bahkan nasional, dapat dimasukkan dalam kategori ini.

3.3 Persyaratan yang menentukan desain sistem telekontrol

Untuk informasi lengkap, lihat IEC 60870-4 (dalam persiapan perumusan SNI).

3.3.1 Karakteristik fungsional

Sistem harus dirancang sedemikian rupa, sehingga operator akan mendapatkan informasi yang benar pada keadaan operasional saat itu/aktual dari titik-titik stategis jaringan tenaga listrik, dan harus dapat menanggapi secara cepat dan akurat.

3.3.2 Kondisi lingkungan

Peralatan yang dipasang harus beroperasi sesuai dengan yang ditetapkan pada kondisi lingkungan pengoperasian yang ditentukan. Spesifikasi lengkap dan klasifikasi kondisi lingkungan diberikan dalam SNI 04-7021.2.1-2004.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

3.3.3 Kehandalan, ketersediaan dan keamanan (RAS)

Spesifikasi RAS tergantung pada penerapannya, dan harus memenuhi sistem dan semua elemen fungsionalnya. Ini mencakup *uninterruptible power supply* (*UPS*) yang umumnya tidak dipertimbangkan sebagai bagian dari sistem telekontrol itu sendiri. Kesesuaian elektromagnetik harus mendapat perhatian khusus untuk semua peralatan elektronik yang terkait dalam sistem telekontrol.

Sistem harus mampu beroperasi pada mode *fail safe* dan kegagalan komponen harus diindikasikan segera.

3.3.4 Pemeliharaan, perbaikan dan pengembangan, kesesuaian

Sarana indikasi gangguan yang cepat beserta lokasinya diperlukan bersama-sama dengan *self-diagnostic* dari peralatan. Perangkat keras dan perangkat lunak harus menjamin pemeliharaan dan pengembangan untuk mengatasi perubahan yang terus menerus dan perluasan proses. Perbaikan desain, perubahan teknologi dan metode pengoperasian harus juga dipertimbangkan. Struktur perangkat lunak harus memungkinkan teknisi untuk mengantisipasi dan melakukan perubahan dengan cepat dan mudah pada jaringan listrik.

3.4 Perbedaan utama antara sistem telekontrol dan sistem kendali lokal

Karakteristik yang membedakan sistem telekontrol dari sistem kendali lokal adalah:

- Penggunaan sambungan telekomunikasi dengan lebar pita yang terbatas dan pada kondisi lingkungan yang terdapat derau membutuhkan pemilihan yang optimal antara kecepatan transmisi dan pertukaran informasi yang ada untuk mengatasi jumlah data yang dikirim dan waktu total transmisi yang dibutuhkan.
- Jaringan atau sambungan transmisi data jarak jauh, yang kadang-kadang memiliki media transmisi yang berbeda, menimbulkan masalah dengan terjadinya derau pada tingkat yang tinggi. Pemilihan protokol transmisi data harus dipertimbangkan pada situasi semacam ini. Kecepatan keutuhan data yang tinggi harus dijamin pada semua tingkatan derau yang tinggi, sementara pada kenyataannya kecepatan transmisi informasi akan menurun secara perlahan seiring dengan meningkatnya derau.
- Banyak pembangkit yang tersebar secara geografis (dan *remote terminal unit*, RTU) harus dikendalikan oleh pusat yang sama.

4 Struktur dan konfigurasi sistem telekontrol

Suatu struktur sistem dipahami sebagai suatu urutan hirarki dari elemen-elemen utama dan interaksinya yang menyusun dan memberikan sifat pada sistem tersebut.

Suatu konfigurasi sistem adalah suatu susunan tertentu dari *remote terminal unit* (RTU*)* dan interkoneksinya.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

4.1 Hubungan antara arsitektur jaringan proses dan konfigurasi sistem telekontrol

Pada tahap perencanaan, konfigurasi sistem harus didefinisikan dan dibuat sesuai dengan spesifikasi dari pengguna. Konfigurasi proses, misalnya *power grid*, dengan sejumlah tingkatan tegangan yang terlibat, jumlah dan lokasi geografis dari stasiun tenaga listrik, pusat kendali, gardu listrik dan gardu portal, adalah yang pertama kali menentukan *layout* dari sistem transmisi data yang harus menghubungkan titik-titik tersebut.

Strategi ini mungkin berbeda di suatu negara dengan negara lainnya, dan dalam suatu kegunaan dengan kegunaan lainnya, dimiliki oleh swasta atau pemerintah.

Penekanan boleh diberikan pada fungsi pemantauan, mempercayakan sebagian atau keseluruhan fungsi kendali kepada operator-operator lokal di gardu listrik, tetapi mengajarkan cara meningkatkan sistem di masa mendatang. Fasilitas pengoperasian yang penuh untuk pemantauan jarak jauh dan fungsi telekontrol boleh diimplementasikan dari awal. Bahkan pada sistem yang relatif sederhana, pemantauan dan fungsi kendali mungkin cukup kompleks untuk memenuhi banyak persyaratan operasional untuk setiap tingkatan hirarki suatu jaringan tenaga listrik. Hal ini mungkin juga dipengaruhi oleh persyaratan keamanan, peraturan perundangan dan pertimbangan ekonomi. Kecenderungan akan jaringan yang lebih saling terhubung, baik pada tingkat perusahaan maupun nasional, menghasilkan aplikasi fungsi kendali tingkat tinggi dan struktur sistem telekontrol yang sangat menarik.

Untuk kepentingan kehandalan dan keamanan, sistem telekontrol sering dibagi menjadi beberapa tingkatan tanggung jawab yang berbeda, tetapi tetap mempertahankan kejelasan seluruh kegiatan operasionalnya.

4.2 Modul fungsional utama dari sistem telekontrol titik-ke-titik (*point-to-point*)

Suatu struktur titik-ke-titik yang sederhana tetapi umum dengan antarmuka yang didefinisikan dalam standar SNI 04-7021.3-2004 diperlihatkan pada Gambar 2. Ini adalah untuk mendeskripsikan dan menerangkan secara singkat modul fungsional utama dari peralatan atau subsistem, yaitu:

- proses masukan/keluaran;
- pengolahan informasi di gardu yang dikendalikan;
- transmisi data;
- pengolahan informasi di RTU;
- operator masukan/keluaran.

Tabel 1 memperlihatkan hubungan yang umum dari modul fungsional tersebut dan kemungkinan tipe modul dan peralatan telekontrol yang berhubungan. Harus diperhatikan bahwa pengolahan fungsi lokal dan penerapan khusus di gardu yang dikendalikan, seperti halnya di RTU, mungkin dilakukan oleh peralatan telekontrol itu sendiri atau peralatan yang terpisah (yaitu prosesor tambahan atau suatu komputer pemroses), yang selanjutnya harus dihubungkan ke peralatan telekontrol dengan suatu bus data.

4.3 Modul perangkat lunak fungsional

Perangkat lunak sistem telekontrol dapat dibagi menjadi beberapa kategori seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2.

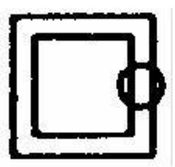
"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Pada sistem yang umum, perangkat lunak utama dan aplikasi terdiri dari modul standar. Pekerjaan pengembangan baru umumnya dibatasi pada proyek perangkat lunak khusus.

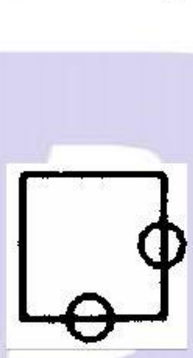
4.4 Konfigurasi sistem telekontrol

Konfigurasi jaringan transmisi data dapat dipecah menjadi elemen fungsional utama seperti yang diperlihatkan di bawah, yang menyusun dasar dari gabungan konfigurasi jaringan. Transmisi data dan metode lalu-lintas data secara lengkap berkaitan dengan pasal 6. Tetapi, beberapa catatan khusus menyangkut transmisi data harus diformulasikan pada tahapan ini. Peralatan telekontrol di pusat kendali biasanya berkomunikasi dengan lebih dari satu RTU dan menggunakan lebih dari satu teminal hubung (lihat Gambar 2: DCE, modem) untuk keperluan ini. Jumlah terminal hubung yang digunakan mempengaruhi pengorganisasian transmisi data tersebut.

Bermacam-macam tipe transmisi data yang sesuai untuk keperluan telekontrol dinotasikan dengan menggunakan simbol-simbol berikut:



Pusat kendali utama

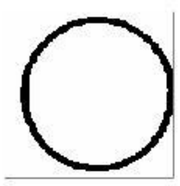


Pusat kendali yang terhubung dengan satu atau lebih terminal hubung

Lingkaran-lingkaran kecil yang ditambahkan pada simbol-simbol untuk RTU menyatakan jumlah RTU yang terhubung pada setiap pusat kendali.



Remote terminal unit (RTU)



Konsentrator dari RTU



Saluran transmisi data

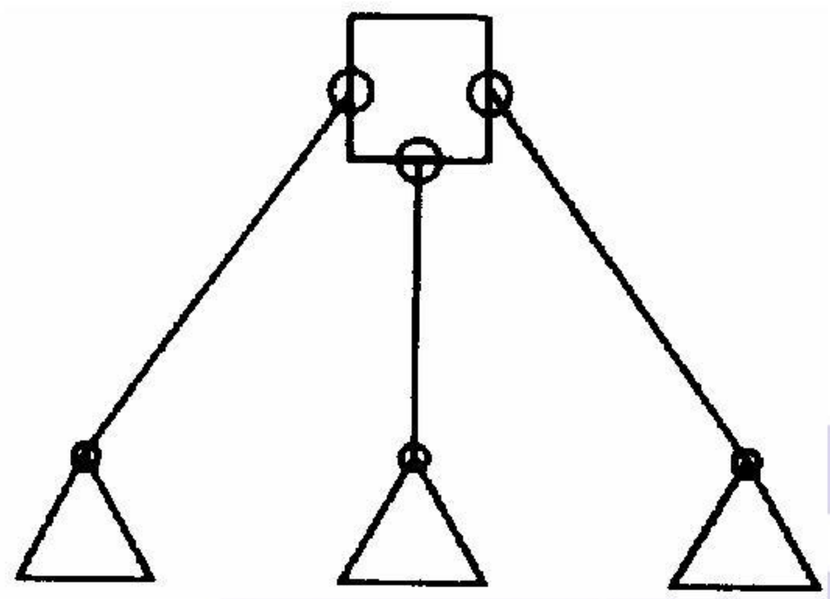
"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

4.4.1 Konfigurasi titik-ke-titik (*point-to-point*)



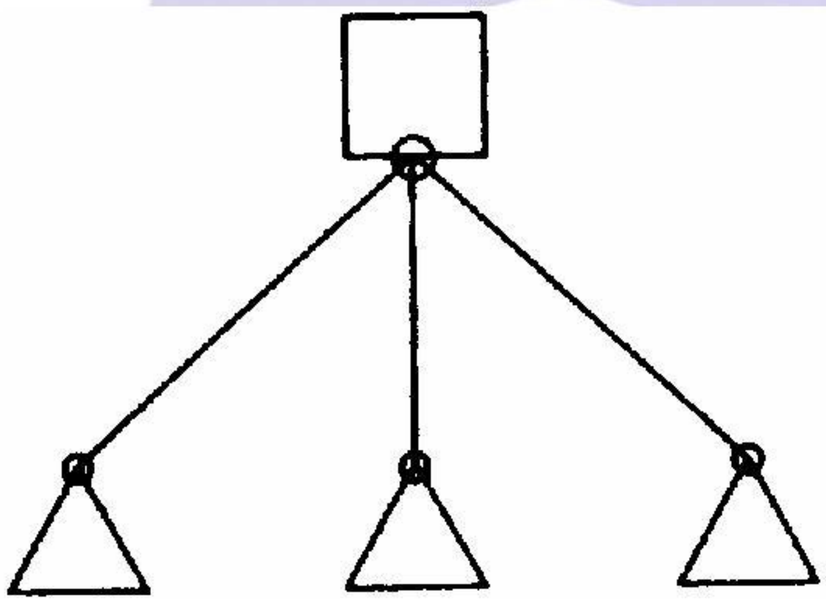
Konfigurasi paling sederhana yang menghubungkan pusat kendali dengan RTU

4.4.2 Konfigurasi banyak titik ke satu titik (*multiple point-to-point*)



Pusat kendali dihubungkan ke RTU dengan satu terminal hubung untuk setiap RTU. Setiap saat, semua RTU diperbolehkan untuk mengirim data ke pusat kendali, dan sebagai balasannya pusat kendali akan mengirim *message* ke satu atau lebih RTU secara serentak.

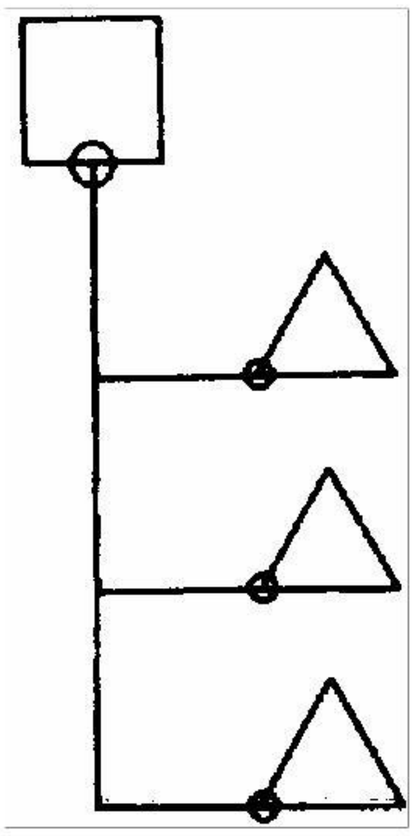
4.4.3 Konfigurasi banyak titik-bintang (*multipoint-star*)



Pusat kendali dihubungkan ke lebih dari satu RTU dengan satu terminal hubung yang sama. Setiap saat, hanya satu RTU saja yang diperbolehkan untuk mengirim data ke pusat kendali. Peralatan telekontrol pusat akan mengirim data ke satu atau lebih RTU yang dipilih atau secara serentak.

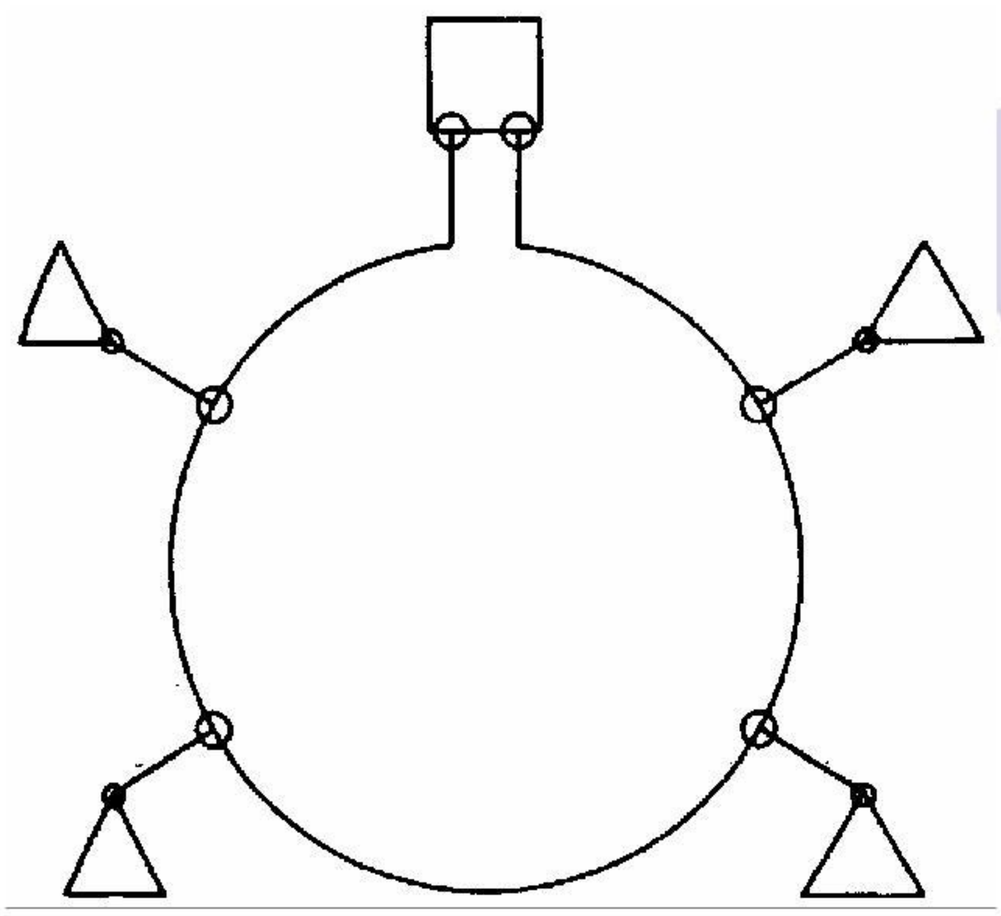
"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

4.4.4 Konfigurasi banyak titik-saluran bersamaan (*multipoint-partyline*)



Pusat kendali dihubungkan ke lebih dari satu RTU dengan satu jalur yang sama. Batasan-batasan yang terjadi pada saat pertukaran data antara pusat dan RTU adalah sama dengan pada konfigurasi banyak titik-bintang (subpasal 4.4.3).

4.4.5 Konfigurasi banyak titik pada saluran cincin (*multipoint-ring*)

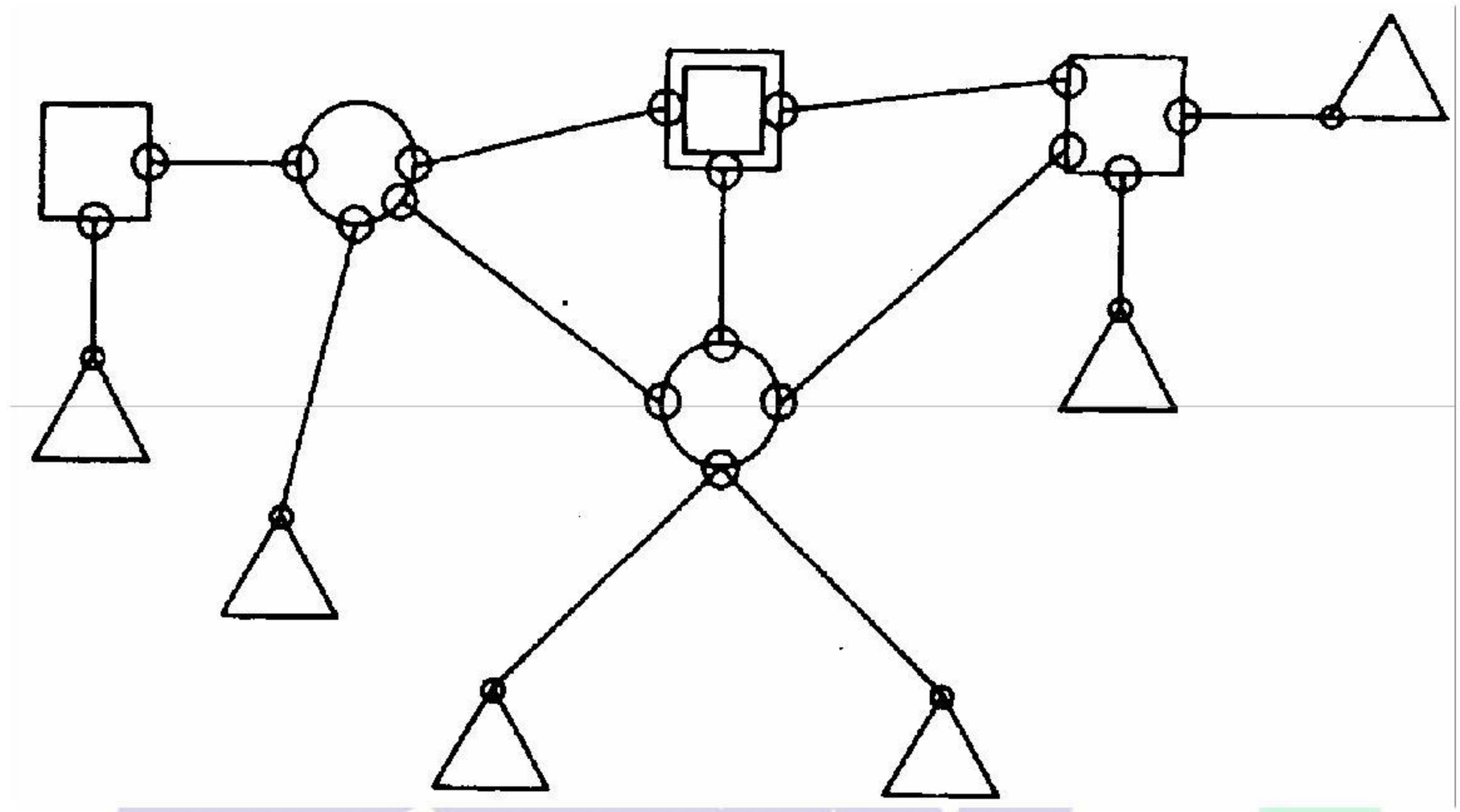


Jalur komunikasi antara keseluruhan RTU membentuk suatu cincin. Ini merupakan suatu metode yang lebih disukai untuk memperbaiki kehandalan jalur komunikasi. Jika jalur terputus di beberapa lokasi, komunikasi yang utuh masih dapat dipertahankan, karena setiap RTU dapat dijangkau dari dua arah saluran.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

4.4.6 Konfigurasi gabungan (*composite*, *hybrid*)

Konfigurasi yang disebutkan pada subpasal 4.4.1 sampai dengan subpasal 4.4.5 dapat dikombinasikan menjadi sebuah variasi konfigurasi gabungan yang baik. Variasi yang terpenting adalah konfigurasi jaringan jala (*mesh*), dimana komunikasi antara pasangan RTU yang mana pun dikehendaki.



Titik-titik pengumpulan, pemusatan dan pertukaran informasi mungkin dapat ditambahkan.

Multirouting (banyak jalur) seperti yang diperlihatkan pada subpasal 4.4.5 dan 4.4.6, meningkatkan kehandalan dan kegunaan transmisi data.

5 Fungsi sistem telekontrol

5.1 Struktur lapisan fungsi telekontrol

Fungsi sistem data dapat dibagi menjadi tujuh lapisan seperti yang dispesifikasikan dalam model acuan Interkoneksi Sistem Terbuka (*Open System Interconnection*, OSI) yang didefiniskan oleh ISO. Pembagian menjadi tujuh lapisan ini merupakan suatu pemodelan secara teoritis yang berguna untuk mendefinisikan standar-standar. Setiap lapisan, pada dasarnya, tidak bergantung pada lapisan-lapisan di bawah dan di atasnya. Setiap lapisan memperlakukan lapisan di bawahnya sebagai fungsi "*service*" dan lapisan di atasnya sebagai "*master*" dimana dengannya dilakukan pertukaran data dan kepadanya dilaporkan kesalahan yang terjadi. Setiap lapisan berkomunikasi, secara umum, dengan masing-masing lapisan terkaitnya yang ada pada sisi lain dari saluran transmisi.

Tidak saling bergantungnya lapisan-lapisan tersebut memberikan sifat *modular* (dapat dipecah menjadi bagian yang lebih kecil) kepada sistem. Adalah mungkin untuk merubah suatu lapisan tanpa merubah lapisan-lapisan lainnya, secara khusus beberapa lapisan dapat dihilangkan.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Fungsi sistem telekontrol dibagi menjadi lapisan-lapisan sebagai berikut:

- Fungsi aplikasi
- Meliputi kebutuhan khusus pengolahan dimana sistem telekontrol diaplikasikan, yang berhubungan dengan tipe informasi yang dihasilkan dari proses atau dari operator. Informasi ini dikirim ke sistem telekontrol oleh sinyal-sinyal dan ditangani dalam sistem ini dalam bentuk data.
- Fungsi operasional termasuk juga fungsi presentasi
- Konversi informasi menjadi sinyal dan data pada peralatan operasional.
- Fungsi transportasi data, jaringan, sambungan dan fisik transmisi
- Fungsi aplikasi dan fungsi pengolahan operasional terkaitnya dijelaskan pada subpasal 5.2 sampai dengan subpasal 5.4 di bawah. Standar-standar untuk fungsi transportasi data, jaringan dan sambungan (seperti struktur format data) dijelaskan secara umum pada pasal 6 di bawah, dan akan dibahas secara detail dalam standar IEC870-5.

5.2 Fungsi aplikasi

Fungsi aplikasi dibagi menjadi dua kategori sebagai berikut:

- Fungsi dasar;
- Fungsi pengolahan lanjut.

5.2.1 Fungsi dasar

Berhubungan dengan semua tipe informasi individu dari dan ke proses dan operator.

Isi informasi dari data yang dihasilkan oleh fungsi aplikasi dasar tetap tidak berubah ketika diolah oleh sistem telekontrol (misalnya keutuhan data dipelihara).

Subgrup-subgrup utama adalah:

- Pemantauan (akuisisi informasi dari proses)
 - *Teleindication/telesignal*
 - informasi keadaan diskrit (satu, dua atau banyak titik).
 - *Telemetering*
 - kuantitas variabel kontinyu.
 - *Telecounting*
 - variabel terpadu atau informasi bertambah.
- Perintah dan kendali (melakukan aksi pada proses/telekontrol)
 - Perintah jarak jauh, pensaklaran jarak jauh
 - perintah tunggal atau ganda, tipe pulsa atau perintah yang diatur.
 - Regulasi jarak jauh dan penyesuaian jarak jauh
 - kuantitas peubah kontinyu dan diskontinyu.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

5.2.2 Fungsi pemrosesan yang diperluas

Fungsi ini diturunkan dari sekumpulan fungsi dasar yang diberikan pada sisi masukan dan/atau keluaran dari proses dan operator melalui fungsi pemrosesan operasional.

Fungsi pemrosesan yang diperluas dapat dilakukan oleh CPU dari sistem telekontrol atau oleh komputer secara terpisah.

Contoh-contoh yang khas adalah:

- indikasi ambang batas;
- interpretasi otomatis alarm;
- penampilan keadaan gagal;
- penampilan jumlah nilai terukur;
- estimasi keadaan waktu nyata (*real time*);
- subrutin untuk mengetahui lokasi gangguan;
- *event logging* waktu nyata (*real time*) untuk analisa *post mortem*;
- pengendalian beban/frekuensi dan manajemen energi secara ekonomis;
- pemantauan keamanan dan analisa;
- penampilan nilai pengukuran yang terintegrasi;
- manajemen energi jangka pendek;
- evaluasi kemungkinan;
- *shedding* beban otomatis dan restorasi;
- optimasi hidrotermal dan komitmen unit.

5.3 Fungsi pemrosesan operasional

Fungsi pemrosesan operasional menjamin akuisisi data yang benar dan memberikan presentasi data yang sesuai. Fungsi pemrosesan operasional yang khas adalah:

- penyesuaian sinyal masukan/keluaran yang melalui antarmuka ke manusia dan ke proses;
- penekanan *contact bounces*;
- deteksi informasi keadaan gagal;
- pemeriksaan ambang batas;
- pemeriksaan *plausibility*;
- validasi pulsa *increment*;
- perhitungan nilai rekayasa obyek ukur;
- penjumlahan dan operasi aritmatika lainnya.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Teknologi modern memungkinkan penerapan secara ekonomis atas fungsi pemrosesan penjumlahan di RTU dimana informasi di olah dan di dalam konsentrator informasi. Prosedur ini disebut pemrosesan awal. Informasi yang telah diproses awal dapat pula diproses lebih lanjut lagi oleh CPU dari pusat kendali (atau sebuah sistem komputer yang terpisah).

Pemrosesan awal dapat pula mengurangi jumlah data yang dikirim dan dapat mencegah, khususnya pada saat situasi darurat, kemungkinan pembebanan lebih pada jalur transmisi, CPU dan *human machine interface*.

5.4 Presentasi dari pemrosesan informasi ke operator

Human machine interface didefinisikan sebagai batas bersama antara terminal sistem pemrosesan data dan operator. Karena itu, tipe dan bentuk informasi yang akan dipertukarkan diantara manusia dan mesin serta perangkat keras dan lunak untuk mengerjakan hal tersebut harus dispesifikasikan.

Persyaratan dasar bagi komunikasi manusia dengan mesin yang optimal adalah bertujuan untuk memberikan informasi yang cukup dan dapat diandalkan kepada operator dan personil perawatan mengenai status terkini dari sistem tenaga listrik dan sistem telekontrol itu sendiri, dan menggunakan fasilitas pusat untuk melakukan intervensi yang dapat dilakukan dalam proses.

Tipe-tipe informasi pada pasal 5.2.1 dan 5.2.2 secara khas ditampilkan oleh perangkat keras berikut ini:

- Diagram *mimic*
 Menggambarkan topologi dan mengindikasikan status dari *power grid*. Elemen-elemen aktif dan/atau pasif seperti indikator multiaspek, lampu indikator, saklar *discrepancy*, tombol tekan, dapat digunakan untuk menampilkan status dan untuk menginisiasi perintah.
- *Console* operator
 Biasanya terdiri dari kombinasi tampilan, khususnya unit penampil visual dan papan tombol, yang memberikan informasi rinci dan fasilitas kendali kepada operator.
- Instrumen pengindikasi (analog dan/atau digital)
 Untuk nilai-nilai pengukuran dan komposit (misalnya penjumlahan nilai-nilai analog atau nilai-nilai proses).
- Unit penampil visual
 Biasanya menyediakan tampilan alpanumerik dari alarm, obyek ukur dan informasi lain, serta untuk tampilan grafik dari status jaringan proses.
- Peralatan perekam
 Untuk merekam alpanumerik dan grafik seperti *teletype*, pencetak (*printer*), alat penyalin (*hardcopying device*) dan penggambar (*plotter*).
- Pensinyalan akustik
 Untuk menarik perhatian operator akan situasi bahaya.
- Peralatan perawatan
 Untuk memantau dan merawat sistem telekontrol itu sendiri.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

6 Transmisi data telekontrol

6.1 Aturan standar transmisi data

Standar transmisi data telah dikeluarkan oleh badan-badan internasional seperti CCITT dan ISO. Standar yang berlaku dikarakterisasi oleh fakta bahwa standar tersebut mencakup tipe transmisi data komersial seperti transfer data antara sistem komputer komersial dan saintifik dan terminal *remote*. Jalur transmisi mungkin adalah rangkaian yang dipinjam dari pengelola telepon umum, yang meliputi jarak beberapa kilometer sampai beberapa ratus kilometer. Penanganan data tipe ini secara khusus dioptimasi untuk tugas otomasi perkantoran.

On-line, transmisi data telekontrol waktu nyata (*real time*) di lain pihak, yang dikarakterisasi oleh kenyataan bahwa sistem telekontrol menyebabkan perpindahan material dan energi, membutuhkan standar-standar yang memenuhi secara ketat persyaratan integritas data.

Persyaratan khas transmisi data telekontrol adalah:

- ketersediaan yang sangat tinggi;
- integritas data yang sangat tinggi;
- waktu transfer singkat yang memungkinkan tanggapan waktu nyata (*real time*) pada kejadian;
- efisiensi transfer informasi yang tinggi;
- operasi yang bebas dari interferensi elektromagnetik yang tinggi dan perbedaan potensial bumi.

Hambatan utama dalam memenuhi persyaratan tersebut adalah kenyataan bahwa dua persyaratan, integritas data yang tinggi dan waktu tunda transmisi yang rendah, adalah dua properti yang saling bertentangan dalam jalur transmisi dengan lebar pita yang terbatas dan di bawah kondisi lingkungan yang berlawanan.

Konsekuensinya adalah bahwa diperlukan standardisasi metode transmisi dengan kompromi yang adil untuk kedua properti tersebut.

Media transmisi yang dimiliki seperti kabel *overhead* dan kabel bawah tanah, PLC dan jalur gelombang mikro, sering dimasukkan dalam operasi untuk memperoleh ketersediaan jalur komunikasi yang tinggi.

6.2 Fungsi transmisi data, jaringan, jalur dan transmisi secara fisik

Fungsi transmisi data meliputi seluruh fungsi yang diberikan dalam manajemen efisiensi dan transfer informasi yang handal antara beberapa stasiun.

Permintaan untuk transmisi *message* dengan prioritas beragam, panjang, tipe dialog dan tujuan, diterima dari lapisan aplikasi di tiap stasiun. Prosedur transmisi didelegasikan ke lapisan protokol yang ada di bawah. Prosedur pemulihan diinisiasi terhadap galat dinamik, sedangkan laporan galat ke lapisan atas dibangkitkan pada saat pendeteksian galat yang menetap.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Fungsi khas yang dikelola di lapisan atas bekerjasama dengan lapisan protokol bawah "*link*" dan "transmisi secara fisik" adalah:

- Prioritas pengorganisasian untuk transfer informasi secara spontan dan siklik.
- Kinerja pengelolaan dan pengujian rutin berdasarkan permintaan.
- Strategi pemulihan galat.
- Pembangkitan dan pemantauan kode pendeteksi galat.
- Pembangkitan dan pemantauan sinkronisasi *frame*, pemberitahuan *frame message* dan pendeteksian galat ukuran *frame*.
- Serialisasi dan deserialisasi *frame message*.
- Pemantauan kualitas sinyal.
- Pengkonversian level sinyal dan format data.

6.3 Karakteristik transmisi data telekontrol

6.3.1 Struktur *message* telekontrol

Struktur umum sebuah *message* telekontrol diperlihatkan pada Gambar 3. Format *frame* standar memberikan panjang *field* informasi yang masing-masing dapat berbeda hanya beberapa oktet saja.

6.3.2 Mode inisiasi transmisi peralatan telekontrol

Tiga mode inisiasi transmisi dasar digunakan untuk transmisi data telekontrol:

- Transmisi yang diinisiasi oleh kejadian (transmisi spontan)
 Transmisi data diinisiasi oleh kejadian di stasiun yang bersangkutan, seperti perubahan posisi *breaker*, perubahan nilai terukur, dll. Metode ini memenuhi persyaratan waktu nyata (*real time*). Operasi yang sesuai dari transmisi inisiasi kejadian dipastikan dengan transmisi informasi uji periodik (fungsi *watchdog*).
- Transmisi berdasarkan permintaan
 Pada kasus ini, RTU diminta oleh *master station* untuk mengirim status infomasi terkini. Pada kasus dimana terdapat beberapa RTU, mode ini disebut juga mode *polling* atau *interrogative*.
- Transmisi siklik
 Mode ini sering digunakan untuk transmisi nilai terukur dan informasi biner dari RTU ke stasiun kendali. Kumpulan nilai terukur dan/atau infomasi status biner dikirim dalam suatu skema pembagian waktu. Perlu dicatat bahwa transmisi siklik menyebabkan waktu tunda dalam *updating* yang meningkat seiring dengan banyaknya informasi yang dipindai dalam satu siklus. Sebuah jalur data dibutuhkan hanya pada arah aliran informasi.

Transmisi yang diinisiasi oleh kejadian dan transmisi berdasarkan permintaan, dimana data dikirim hanya sekali, merupakan transmisi dengan integritas data yang sangat tinggi. Untuk mode *updating cyclic*, dimana informasi salah yang sering terjadi diperbaiki pada saat siklus berikutnya, klas integritas data yang lebih rendah sudah mencukupi (untuk detailnya, lihat Standar IEC 60870-5).

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

6.3.3 Kombinasi mode inisiasi transmisi dan prosedur dialog

Konfigurasi *link*, mode inisiasi transmisi dan tipe lalu-lintas data pada prinsipnya terpisah satu sama lain, karena itu beragam kombinasi secara teoritis dapat dilakukan. Akan tetapi, solusi praktisnya dibatasi oleh sekumpulan batasan yang sebagian besar ditentukan oleh pertimbangan-pertimbangan yang sebagian bersifat teknis dan sebagian bersifat ekonomis.

Kombinasi mode inisiasi transmisi adalah:

- Inisiasi kejadian dan transmisi berdasarkan permintaan, informasi status dari satu atau lebih RTU, atau sekumpulan nilai-nilai terukur yang spesifik dan/atau informasi status *double-point* atau *single-point* adalah dipindai pada saat periode waktu permintaan, dll.
- Inisiasi kejadian dan transmisi siklik. Transmisi siklik dapat diinterupsi, sehingga memungkinkan transmisi kejadian yang mempunyai prioritas lebih tinggi. Transmisi data uji yang diinisiasi secara periodik dapat pula digunakan sebagai fungsi "*watchdog*".
- Kombinasi dari ketiga mode inisiasi transmisi dengan alokasi prioritas sebagai berikut:

 1) transmisi yang diinisiasi oleh kejadian;
 2) transmisi berdasarkan permintaan;
 3) transmisi siklik.

Dengan memperhatikan konfigurasi jaringan, hal-hal berikut ini harus dipertimbangkan:

- Konfigurasi *multiple point-to-point* dapat dipecah menjadi elemen-elemen *link point-to-point* dengan jumlah yang sama, dimana seluruhnya memiliki terminal *link* yang berdiri sendiri pada kedua ujungnya. Karena itu, ketiga mode inisiasi transmisi dan kombinasi dapat diaplikasikan ke tiap *link* secara individual. Aliran data dari *n* RTU akan dibatasi oleh keluaran prosesor pusat sistem dan bukan oleh kapasitas terminal *link* individual.
- Pembatasan aliran data, khususnya untuk *link* dengan transmisi siklik, adalah karena ketentuan prioritas transmisi.
- Semua konfigurasi banyak titik (*multipoint*), seperti bintang dan *party line*, membatasi kecepatan transmisi data yang dapat dilakukan, dari *n* RTU menjadi lebih kecil dari 1/*n* tiap RTU.

Pembatasan selanjutnya adalah karena pemilihan kombinasi mode inisiasi transmisi dan ketentuan prioritas transmisi. Perlu dicatat bahwa strategi penanganan informasi dari konfigurasi banyak titik adalah sama dengan pada sistem bus data serial bit. Sistem bus dapat beroperasi dalam mode inisiasi yang berbeda, karena itu memerlukan kemampuan penanganan transmisi data yang canggih.

Transmisi yang diinisiasi oleh kejadian, dalam kasus darurat, secara tiba-tiba dapat menyebabkan peningkatan jumlah informasi yang akan dikirim sesaat (selama 1 atau 2 detik) pada satu atau seluruh RTU. Konfigurasi *multiple point-to-point* adalah lebih fleksibel dalam menghadapi suatu keadaan darurat bila dibandingkan dengan konfigurasi *multipoint*.

6.4 Tipe lalu-lintas data dalam kanal transmisi

Prosedur khusus untuk membawa data melalui *link* komunikasi, bersama-sama dengan arah dan urutan kronologis dimana *link* komunikasi mungkin diperlukan, adalah fungsi dari tipe lalu-lintas data yang dibawa oleh *link* tersebut.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

6.4.1 Lalu-lintas data *simplex*

Lalu-lintas data *simplex* dapat digunakan dalam mode *updating cyclic* dalam sistem pemantauan jarak jauh *point-to-point* dan *multipoint* atau dalam sistem yang menggunakan mode pemilihan kanal.

6.4.2 Lalu-lintas data *halfduplex*

Lalu-lintas data *halfduplex* mempunyai ciri sebuah *link* transmisi bersama untuk kedua arah, sehingga menghalangi transmisi secara simultan pada kedua arah tersebut. Dibandingkan dengan transmisi *simplex*, *halfduplex* menawarkan proteksi informasi kejadian yang lebih tinggi terhadap kehilangan data dengan mendefinisikan prosedur dialog yang sesuai.

6.4.3 Lalu-lintas data *duplex*

Kanal transmisi yang berdiri sendiri tersedia untuk arah masukan dan keluaran, sehingga merepresentasikan jalur transmisi empat kawat yang mempunyai kemungkinan untuk transmisi data secara simultan pada kedua arah.

6.5 Sistem telekomunikasi

Properti sistem telekomunikasi yang disinggung di sini hanyalah dalam fungsinya sebagai sebuah subsistem bagi sistem telekontrol untuk transmisi data.

Transmisi data telekontrol dilakukan di sebagian besar negara melalui sistem transmisi informasi yang dimiliki seluruhnya atau sebagian saja. Kanal sewa dari perusahaan jasa telepon digunakan pula.

Kanal-kanal biasanya memiliki fasilitas sebagai berikut untuk penggunaan internal:

- telepon dengan PABX;
- *teleprinter*, faksimili;
- transmisi data telekontrol;
- *teleprotection*;
- *closed circuit video*.

6.5.1 Media transmisi

Media transmisi berikut ini adalah yang saat ini digunakan:

- radio (VHF, UHF);
- gelombang mikro;
- *power line carrier* (PLC);
- kabel.

Fasilitas transmisi membentuk sebuah jaringan telekomunikasi yang lebih atau kurang lengkap. Kecepatan transmisi data sistem telekontrol biasanya dalam kisaran 50 bit/s sampai

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

2400 bit/s, kadangkala mencapai 4800 - 9600 bit/s. Kecepatan pensinyalan pada 9600 bit/s umumnya membutuhkan lebar pita kanal khusus yang dapat diberikan dengan menggunakan teknik transmisi telekomunikasi konvensional melalui media telekomunikasi yang beragam.

6.5.2 Metode transmisi

Sistem telekontrol mengandalkan secara khusus pada format data biner serial bit. Representasi fisik dari unit (bit) informasi pada jalur transmisi bergantung pada media transmisi yang digunakan, pembatasan lebar pita dan kondisi lingkungan lainnya.

Metode transmisi yang paling umum adalah:

- *Pulse code modulation* (PCM), dimana informasi biner dinyatakan dengan dua level sinyal yang berbeda dari durasi yang tetap, dalam kasus transmisi *cablebound* pada jarak dekat, atau dengan dua frekuensi yang berbeda dari durasi yang berbeda untuk jarak jauh atau media transmisi lainnya. Dalam kasus kecepatan transmisi rendah (sampai dengan 1200 bit/s), kanal-kanal "*frequency shift*" digunakan untuk mengubah kedua level sinyal yang berbeda tersebut menjadi dua frekuensi yang berbeda. Untuk kecepatan transmisi yang lebih tinggi, diaplikasikan bermacam-macam teknik modulasi multilevel yang membutuhkan dan menyampaikan, sebagai tambahan untuk aliran data biner, informasi "*signal-element-timing*" dan informasi data kendali lainnya.
- *Digital pulse duration modulation* (DPDM), dimana informasi biner dinyatakan dengan sinyal pulsa dari dua durasi yang berbeda. Jumlah pulsa dan interval pulsa menyatakan jumlah bit yang diberikan. Kanal *frequency shift* dan teknik modem dapat diimplementasikan dengan DPDM dan PCM.

6.6 Proteksi *message* terhadap derau pada kanal transmisi

Berkenaan dengan transmisi data telekontrol dan integritasnya, karakteristik dari tipe kanal spesifik berikut ini menjadi perhatian:

- lebar pita yang tersedia tiap kanal;
- rasio S/N yang tetap pada saat kondisi lingkungan normal dan rasio S/N yang sangat rendah pada saat interval derau tipe *burst*;
- redaman (db/km) dan variasinya karena pengaruh eksternal (cuaca, embun es, dll.);
- waktu tunda transmisi (ms/100 km).

Karakteristik-karakteristik tersebut sangat berbeda untuk media transmisi yang disebutkan di atas dan saling terkait untuk tipe kanal spesifik.

Derau tipe *burst*, yang dihasilkan oleh operasi *circuit breaker* dan isolator, secara praktis tidak terdapat pada kanal gelombang mikro, walaupun variasi dalam peredaman karena *atmospheric scattering* mungkin harus dikompensasikan dengan operasi beragam. PLC, di satu pihak, memiliki karakter rasio S/N yang buruk pada saat derau tipe *burst* sesaat, tetapi redaman per kilometernya rendah, sehingga menyebabkan jarak *repeater* yang meningkat.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

6.6.1 Proteksi informasi terhadap cacat (*falsification*)

Berbagai macam tindakan dapat dilakukan di seluruh lapisan dari sistem telekontrol untuk mengurangi kemungkinan terjadinya cacat informasi. Contoh-contoh tindakan yang khas adalah:

- Meningkatkan rasio S/N. Metode pasif seperti penyaringan (*screening*) kabel koaksial, sedangkan metode aktif seperti meningkatkan daya transmisi, dll.
- Dengan superposisi berbeban dari pengkodean *redundant* dan supervisi kualitas sinyal (amplitudo pulsa, distorsi sinyal), reduksi maksimum dari galat residual (tidak terdeteksi) dalam *link* transmisi dapat diperoleh. Setelah pendeteksian galat, keluaran informasi yang cacat harus ditekan.
- Menggunakan pemeriksaan *plausibility*, estimator keadaan dan prosedur transmisi informasi yang diperluas (seperti “periksa sebelum mengoperasikan” untuk transmisi perintah).

6.6.2 Proteksi terhadap kehilangan informasi

Sistem telekontrol yang spontan dapat menghilangkan informasi apabila informasi tersebut dibuang setelah pendeteksian galat pada jalur transmisi. Hal ini dapat dihindari dengan metode-metode yang berbeda seperti:

- Umpan balik keputusan
 Berbagai macam metode digunakan, sebagai contoh *positive acknowledgement* dan pengulangan otomatis terhadap transmisi bila *positive acknowledgement* tidak diterima.
- Umpan balik informasi
 Metode ini mengkombinasikan pendeteksian galat dengan proteksi terhadap kehilangan informasi, dengan melakukan pemeriksaan identitas informasi yang dikirim keluar dan yang ditransmisikan kembali ke stasiun awal.
- Penetapan nomor urut untuk *frame message* yang berurutan.

“Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Tabel 1 Interelasi dari modul fungsional dasar dan fungsi sistem yang khas dengan modul perangkat keras yang khas dalam sebuah sistem telekontrol

Modul fungsional dasar	Fungsi sistem yang khas	Tipe atau modul yang berhubungan dari peralatan
I/O proses Untuk mengubah keadaan fisik aktual dari proses ke dalam data kode Aksi pada proses (arah perintah)	*Untuk meyakinkan transfer informasi* Dari sensor dalam proses ke CPU untuk menambah dan menkode pulsa pengukuran Dari CPU lewat transduser dan aktuator ke proses	*Peralatan proses* Sensor dalam proses Kanal masukan yang menerima data (analog atau digital) dari proses Transduser, aktuator dalam proses, ↕ *operating valves*, *circuit-breakers*
Pemrosesan informasi telekontrol yang spesifik Dalam stasiun yang dikendalikan Untuk memproses data sesuai dengan aturan yang telah didefinisikan	*Untuk memproses informasi yang masuk dan keluar, misalnya:* Untuk mendeteksi kejadian dengan membandingkan informasi sebelumnya dan informasi baru Untuk mengurangi data jika diperlukan Untuk menanggapi perbandingan *set point* dan obyek ukur dengan mengirim perintah aktuator	*Peralatan telekontrol* Prosesor pusat (CPU) Prosesor *front-end* terkait *Hard-wired logic* Memori utama Bus internal Kanal I/O
Transmisi data Untuk mengirim data serial antara stasiun yang tersebar	*Untuk meyakinkan transmisi yang handal dari semua informasi proses yang penting* Konversi format sinyal Deteksi galat Pemantauan kinerja jalur data	↕ *Peralatan circuit-terminating data* Modem CCITT yang telah distandardisasikan Modem khusus
Pemrosesan informasi telekontrol yang spesifik Dalam stasiun yang dikendalikan Untuk memproses data sesuai dengan aturan yang telah didefinisikan	*Untuk memproses informasi yang masuk dan keluar, misalnya:* Untuk menyiapkan *clear*, informasi yang dapat dimengerti untuk penampilan Untuk mendapatkan perintah otomatis dari informasi yang masuk dari stasiun yang berbeda	↕ *Peralatan telekontrol* Prosesor pusat (CPU) Prosesor *front-end* terkait *Hard-wired logic* (sangat jarang) Memori utama Penyimpan data (*disk*, *tape*) Bus internal ↕ Kanal I/O
I/O operator Informasi penampilan dan perekaman Untuk memberikan cara untuk interaksi dengan proses oleh operator Untuk memberikan cara untuk pengujian dan diagnosa kesalahan secara *on-line* dari sistem telekontrol itu sendiri	*Untuk mengkonversikan data ke dalam informasi yang dapat dimengerti oleh personil dan untuk mengkonversikan aksi manusia ke dalam data* Alarm indikasi dan perekam Pengukuran digital dan analog Fungsi kendali dan perintah Fungsi alarm penuntun Diagnosa kesalahan	*Peralatan operator* Diagram *mimic* Penampil visual Lampu sinyal Perekam, *printer*, *data loggers* Instrumen pengindikasi analog dan digital *Console* operator proses, *keyboards* Saklar *Light pen*, *joystick*
CATATAN Tanda ↕ mengindikasikan bahwa peralatan perangkat keras yang terkait tidak perlu seluruhnya persis dengan modul fungsional dasar.		

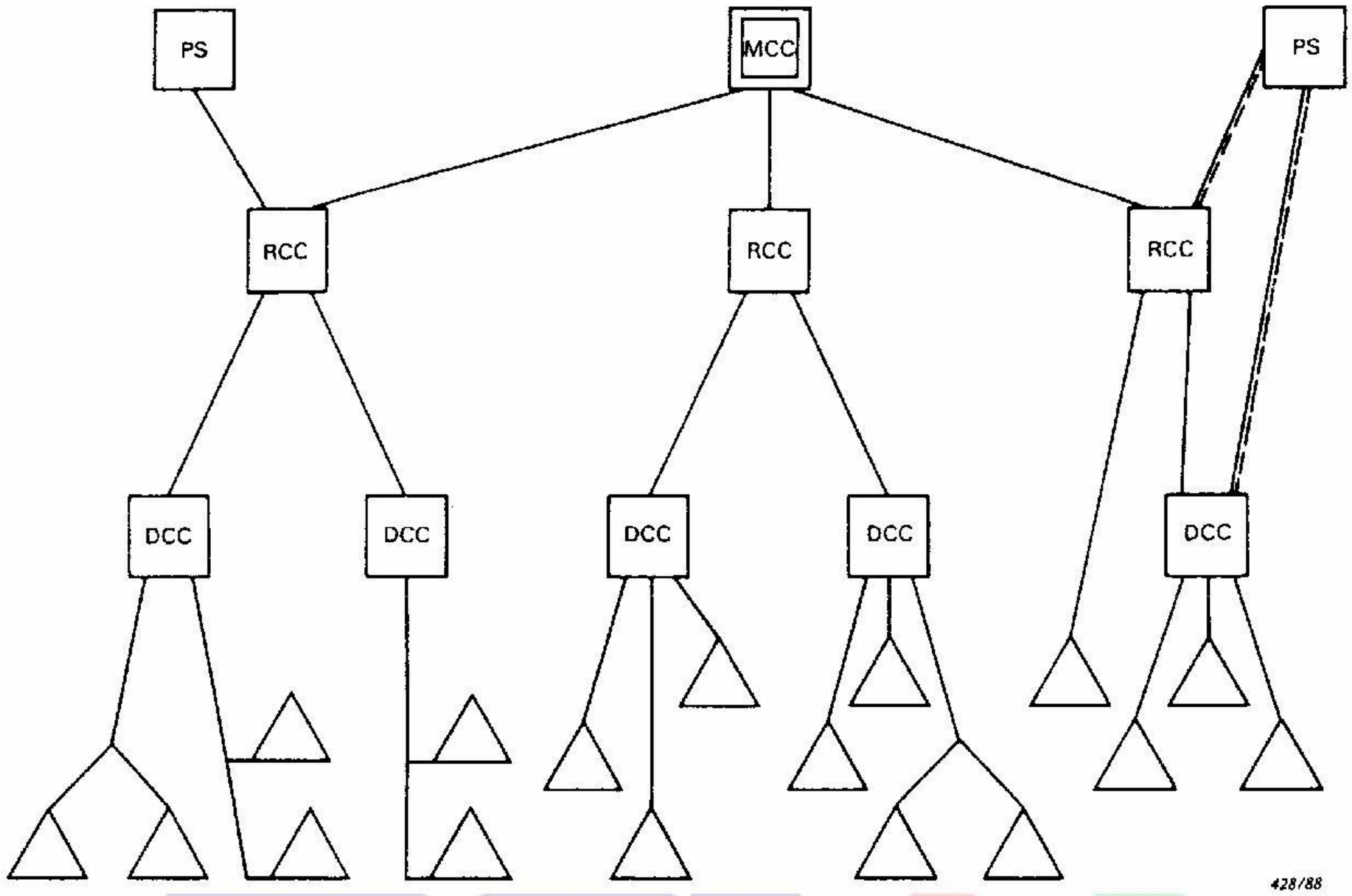
"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

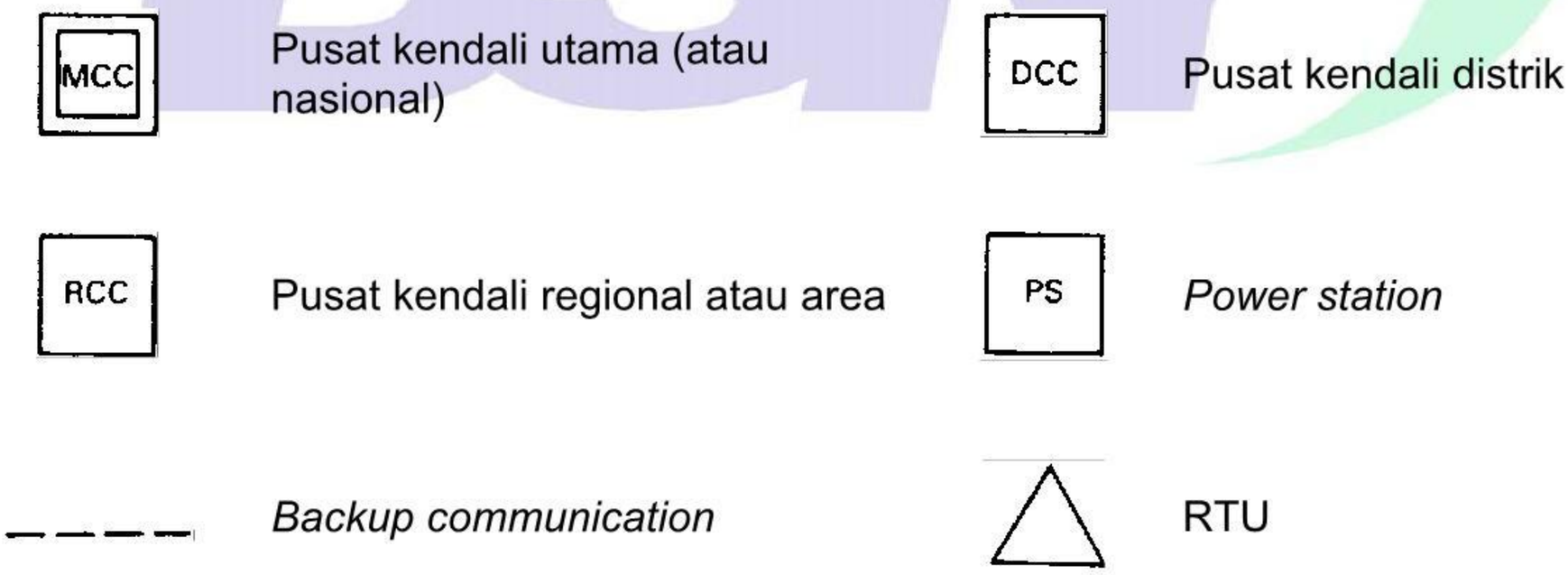
Tabel 2 Modul perangkat lunak fungsional yang khas dari sistem telekontrol

PERANGKAT LUNAK SISTEM TELEKONTROL

PERANGKAT LUNAK DASAR **Tidak tergantung aplikasi**	PERANGKAT LUNAK APLIKASI STANDAR **Tidak tergantung sistem**	PERANGKAT LUNAK PROYEK TERTENTU **Tergantung proyek**	BASIS DATA **Tergantung sistem**
Sistem operasi *Driver* perangkat keras Fungsi waktu dan fungsi dasar matematika Program untuk pemeliharaan dan pengujian	Telekomunikasi dan komunikasi antar prosesor Dialog *man-machine* Program masukan/keluaran data Program pemrosesan dan pengendalian data Program pencatatan, penampilan, dan penyimpanan data jangka panjang Pengelolaan basis data	Fungsi tertentu suatu sistem (contoh: prosedur aritmatika untuk nilai analog)	Tabel pengendali sistem Tabel untuk deskripsi obyek (modul perangkat lunak) Tabel status obyek (status proses) Perangkat lunak pengelola basis data

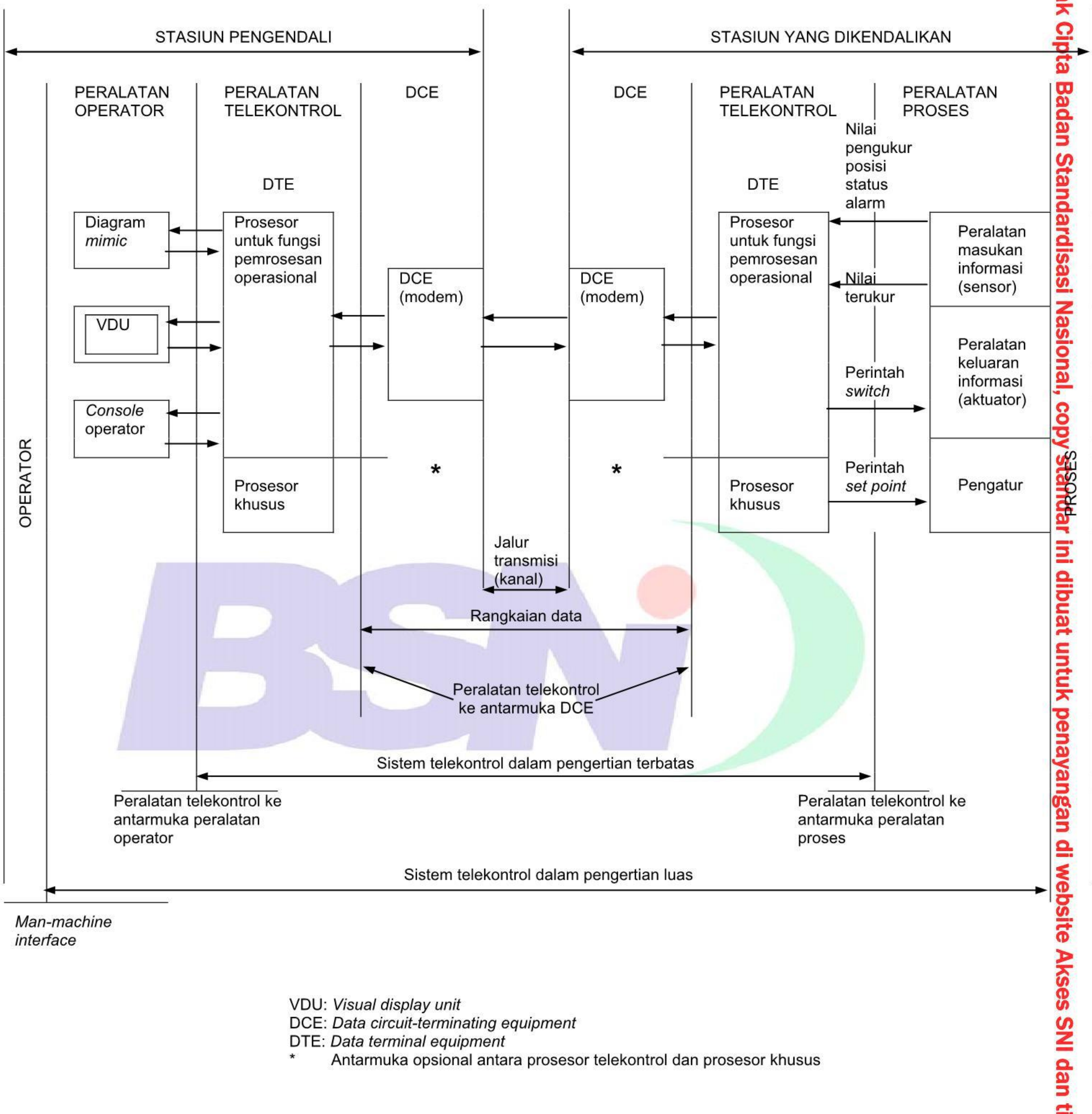
"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"





Gambar 1 Struktur hirarki yang khas dari sistem telekontrol untuk transportasi daya dan jaringan distribusi

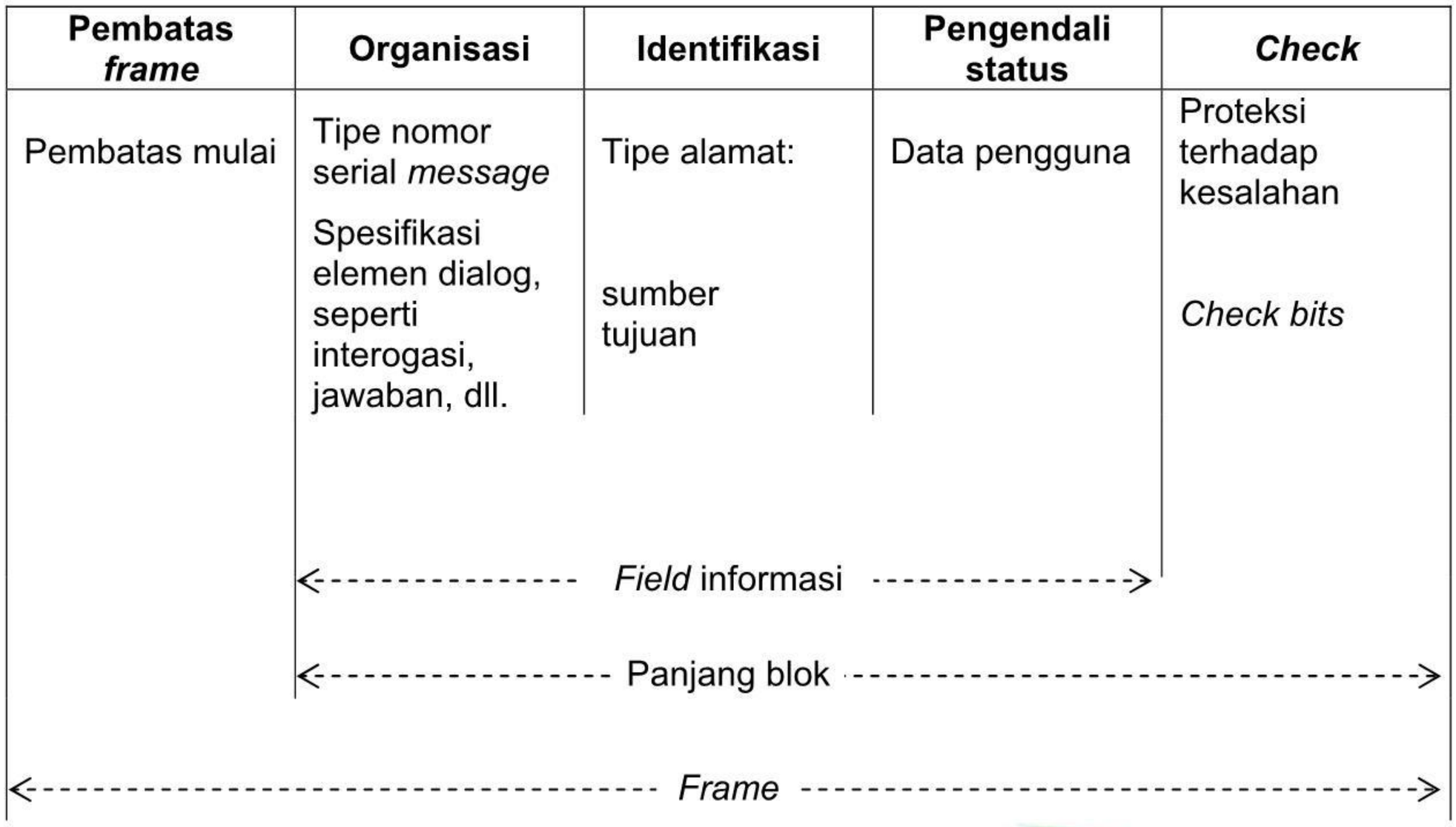
"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"



VDU: *Visual display unit*
DCE: *Data circuit-terminating equipment*
DTE: *Data terminal equipment*
* Antarmuka opsional antara prosesor telekontrol dan prosesor khusus

Gambar 2 Struktur yang khas dari sebuah sistem telekontrol (diperlihatkan dengan konfigurasi titik-ke-titik)

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"



Gambar 3 Struktur umum sebuah informasi telekontrol

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

“Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

“Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

“Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.or.id